Technical Note

Public Works Canada | Travaux publics Canada

Solar Programs Office (613) 998-9817

No. 14: May, 1983

Use and Maintenance of Propylene Glycol in Solar Heating Systems

1. SYNOPSIS

The Solar Programs Office (SPO) receives numerous questions from solar system designers and operators on the use of propylene glycol (PG) in closed-loop systems. This Technical Note addresses the most frequently-asked questions on thermal stability, frequency of replacement, testing the condition of a glycol solution, the effects of glycol on the system, types of glycol, and disposal of used fluids.

2. INTRODUCTION

The widespread use of propylene glycol (PG) as a heat transfer fluid in closed-loop solar heating systems has led to many concerns among system designers, operators and maintenance personnel. Several frequently asked questions were presented by SPO to the Dow Chemical Company of Canada. SPO staff compiled the following responses from material supplied by Dow.

The Dow Chemical Company is a major manufacturer of propylene glycol in Canada and produces DOWFROST NT, an inhibited propylene glycol suitable for use in solar heating systems. Petro-Sun Ltd. distributes AQUASOL 60 NT, a similar product.

3. DISCUSSION

3.1 What types of propylene glycol are available for use in a solar heating system?

Two types of propylene glycol are available: uninhibited and inhibited. Uninhibited PG becomes acidic and corrosive much more quickly than inhibited PG. Although uninhibited PG has been used for solar systems in the past, it is not now recommended. Inhibited PG contains acid buffers which restrict the buildup of acidity (see 3.3).

3.2 Are there any differences among glycols of different manufacturers?

Yes. Trace amounts of by-products and contaminants are to be expected. Contaminant levels depend on the chemical process techniques used at the production plants. Distillation, process control, filtration and operating procedures will affect quality. Typical parameters which are an indication of product quality are: distillation range, acidity, chloride content, sulphates, heavy metals, iron content, odour and percent water.

The Solar Programs Office is aware of two inhibited propylene glycols that have been used successfully in solar heating systems. These are Aquasol 60 NT*, distributed by Petro-Sun Ltd. and Dow Chemical Ltd.'s DOWFROST NT**.

---

* Aquasol 60 NT - premixed 60/40 propylene glycol/water solution c/w appropriate inhibitors. Aquasol is available from:
Petro-Sun Inc. (Thermo Solar Division)
2290 de la Metropole
Longueuil, Quebec
J4G 1E6

** DOWFROST NT - 100% propylene glycol to be mixed with distilled water, deionized water or boiler condensate, c/w appropriate inhibitors. DOWFROST NT is available from Dow Chemical distributors across Canada.

3.3 How stable is the propylene glycol (mixed and unmixed) in a solar system?

As with any heat transfer fluid, uninhibited glycol forms organic acids upon oxidation. The oxidation rate is dependent on such parameters as maximum temperature, aeration rates, contaminants and system design. An uninhibited propylene glycol begins to form acids as soon as it is exposed to upper operating temperatures (120°C to 150°C), even when the glycol has been mixed with water. As the acid level builds up, the unihibited glycol becomes corrosive. Mains water is also corrosive due to contamination by sulphates and chlorides. Therefore, a mixture of uninhibited propylene glycol and water is definitely not a chemically stable heat transfer fluid.

Inhibited propylene glycols, such as DOWFROST NT and AQUASOL 60 NT, are designed for heat transfer applications and form acids extremely slowly. When an inhibited propylene glycol is used, it should be mixed with water to take advantage of water's excellent heat transfer characteristics. However, since mains water contains impurities, solutions should be made using distilled water, deionized water, or boiler condensate. The best solution strength is from 40 to 60 per cent, depending on the level of freeze protection required.

3.4 How can the quality of the propylene glycol in a solar system be determined?

A simple kit is available from Dow Chemical for a quick approximation of freeze protection (concentration of solution) and corrosion protection (Reserve Alkanity, i.e. level of acid buffers in inhibited PG solutions)*. Paper test strips are dipped into the PG solution and the resulting colour change is compared with colour charts. The condition of the inhibitors can then be determined using the chart shown in Figure 1. This method is applicable only to inhibited PG solutions. The paper strip test should be carried out twice a year, and whenever the maximum safe operating temperature has been exceeded.

---

* Packages of 10 test strips retail for $2.00 US, available from the Dow Midland Office, Building 2020, Dow Chemical, Midland, Michigan (517) 636-0294. Minimum order 50 packages.

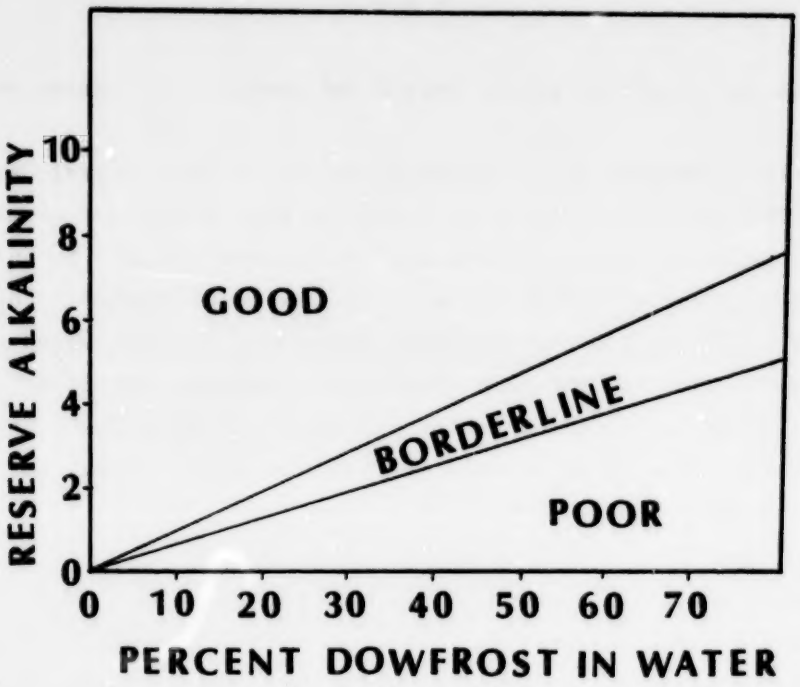

Figure 1: Condition of Inhibitors

A more precise laboratory method may be used if preferred. Most commercial laboratories and major drug stores will carry out the following tests:

(i) Percent volume (% volume, glycol/water), or aqueous mixture ratio, is a measure of freeze protection. This can be determined using a refractometer.*

(ii) Reserve Alkalinity (RA) refers to the level of acid buffers still available in inhibited PG to counteract the formation of organic acids. The RA level should be maintained in the mid to upper region of the "good" area shown in Figure 1.

(iii) pH level: A standard pH test using litmus paper will determine the alkalinity/acidity of uninhibited PG.

---

* Hand-held refractometers are available from American Optical in Belleville, Ontario, or from Fisher Scientific Ltd. across Canada (approximate cost $50.00).

3.5 Can litmus paper be used to determine the condition of propylene glycol?

Litmus paper does not give a complete picture of the condition of a PG solution. Using litmus paper, only an approximate pH level can be determined. However, this will not indicate the Reserve Alkalinity (i.e. level of acid buffers still available) or percent volume (i.e. level of freeze protection).

3.6 When should propylene glycol solution be treated or replaced?

(i) Replacement of uninhibited propylene glycol

Uninhibited PG cannot be treated once it has reached an acidic state. It must be drained from the system and replaced with an inhibited PG solution. This ensures a relatively long life through subsequent use of inhibitors (see (ii) below).

(ii) Treatment and replacement of inhibited propylene glycol

Treatment: As soon as test results indicate that the inhibited PG is approaching the "borderline" region shown in Figure 1, reinhibitors should be added to replenish the acid buffers. Reinhibitor packages are available from Dow distributors.

Replacement: If test results indicate that the PG solution is in the "poor" region, the solar system should be drained and fresh solution of inhibited PG should be added. Once the PG solution is in a poor (i.e. acidic) state, a reinhibitor package cannot restore it.

3.7 What are the effects of propylene glycol on system components?

Uninhibited PG is a direct source of corrosion problems due to the build-up of organic acids as a result of thermal degradation and oxidation. This can cause corrosion damage to copper, brass and butyl rubber components.

Inhibited PG has a very much slower acid build-up and has very little effect on system components.

3.8 How does one dispose of used propylene glycol?

Propylene glycol should not be drained through sanitary drainage systems. The disposal procedure recommended by Dow is to incinerate the fluid in accordance with local, provincial, or federal regulations. This could be performed by a local incineration company.

Care should be taken to ensure that chemicals are not dumped into the environment.

4. REFERENCES

Product brochure, DOWFROST heat transfer fluid. The Dow Chemical Company, 1975. Available from Dow Chemical of Canada, Ltd., Sarnia, Ontario, N7T 7K7.

Guide technique

Travaux publics Canada | Public Works Canada

Bureau des programmes solaires (613) 996-9817

N° 14: mai 1983

Utilisation et renouvellement du propylène glycol dans les systèmes de chauffage solaire

1. SYNOPSIS

Le Bureau des programmes solaires (BPS) reçoit de nombreuses questions des concepteurs et utilisateurs des systèmes solaires pour l'utilisation du propylène glycol (PG) dans les systèmes à circuit fermé. Ce Guide technique vise à répondre aux questions les plus fréquentes portant sur la stabilité thermique, la fréquence du renouvellement, la vérification de l'état d'une solution de glycol, les effets du glycol sur le système, les types de glycol et l'élimination des fluides utilisés.

2. INTRODUCTION

L'usage répandu de propylène glycol comme fluide caloporteur préoccupe beaucoup les concepteurs et utilisateurs de systèmes de chauffage solaire à circuit fermé et les préposés à leur entretien. Le BPS a transmis à la Dow Chemical Company of Canada les questions posées le plus souvent à ce sujet. Le personnel du BPS a rassemblé les réponses suivantes à partir des documents fournis par la Dow.

La Dow Chemical Company est le principal fabriquant de propylène glycol au Canada. Elle produit le DOWFROST NT, un PG inhibé convenant aux systèmes de chauffage solaire. La société Petro-Sun Ltd. distribue l'AQUASOL 60 NT, un produit semblable.

3. DISCUSSION

3.1 Quels sortes de propylène glycol utilise-t-on dans les systèmes de chauffage solaires?

Deux sortes: le PG non inhibé et le PG inhibé. Le premier devient acide et corrosif beaucoup plus rapidement que le second. Même si par le passé on a utilisé le PG non inhibé dans les systèmes solaires, actuellement nous n'en recommandons pas l'usage. Le PG inhibé contient des tampons qui atténuent l'acidité (voir 3.3).

3.2 Y a-t-il des différences entre les diverses marques de glycols?

Oui. On doit s'attendre à la présence de traces de sous-produits et de contaminants. La teneur en contaminants dépend des procédés chimiques utilisés à l'usine. La distillation, le contrôle des procédés, le filtrage et les méthodes d'emploi influent sur la qualité. Voici les critères types de qualité des produits: temps de distillation, acidité, teneur en chlore, sulfates, métaux lourds, fer et eau et odeur.

Le Bureau des programmes solaires connaît deux glycols qui ont été utilisés avec succès dans les systèmes de chauffage solaire. Il s'agit de l'Aquasol 60 NT* distribué par Petro-Sun Ltd., et du DOWFROST NT** de la Dow Chemical Ltd.

---

* Aquasol 60 NT est une solution prémélangée, composée de 60% de propylène glycol de 40% d'eau, qui contient les inhibiteurs appropriés. On peut se procurer ce produit de la Petro-Sun Inc. (Thermo Solar Division), 2290, rue de la Métropole, Longueuil (Québec) J4G 1E6

** Le DOWFROST NT contient du propylène glycol pur que l'on doit mélanger avec de l'eau distillée, de l'eau désionisée ou du condensat de chaudière, en ajoutant les inhibiteurs appropriés. On peut se procurer ce produit des distributeurs de la Dow Chemical à travers le Canada.

3.3 Quelle est la stabilité thermique du propylène glycol (mélangé ou non) dans un système solaire?

De même que tout fluide caloporteur, le propylène glycol forme des acides organiques. Son taux d'oxidation dépend de paramètres tels que la température maximale, les taux d'aération, les contaminants et la conception du système. Un propylène glycol non inhibé commence à former des acides aussitôt qu'il est exposé à des températures de fonctionnement élevées (120°C à 150°C), même lorsqu'il est mélangé à de l'eau. A mesure que son degré d'acidité augmente, le propylène glycol non inhibé devient corrosif. L'eau du robinet est aussi corrosive puisqu'elle est contaminée par des sulfates et des chlorures. Il est donc certain que le mélange de propylène glycol non inhibé et d'eau ne constitue pas un fluide caloporteur thermiquement stable.

Les propylène glycols inhibés tels le DOWFROST NT et l'AQUASOL 60 NT sont conçus pour la transmission de la chaleur et forment des acides très lentement. Lorsqu'on utilise un propylène glycol inhibé, on devrait le mélanger à de l'eau, car celle-ci transmet très bien la chaleur. Toutefois, puisque l'eau du robinet contient des impuretés, on devrait créer des solutions à l'aide d'eau distillée, d'eau désionisée ou de condensat de chaudière. La meilleure concentration de la solution est de 40 à 60%, d'après le degré de protection contre le gel souhaité.

3.4 Comment peut-on déterminer la qualité du propylène glycol utilisé dans un système solaire?

On peut se procurer une simple trousse de la Dow Chemical, qui permet d'évaluer rapidement le degré de protection contre le gel (concentration de la solution) et la corrosion (alcalinité de réserve, c.-à-d. la teneur en tampons alcalins des solutions de PG inhibé)*. On trempe des papiers réactifs dans la solution de PG et on compare les changements de couleur avec des tableaux des couleurs. On peut alors déterminer l'état des inhibiteurs à l'aide du tableau de la Figure 1. Cette méthode ne s'applique qu'aux solutions de PG inhibé. On devrait effectuer le test avec du papier réactif deux fois par année, lorsqu'on a dépassé la température de fonctionnement maximal tolérée.

---

* On peut se procurer des paquets de 10 papiers réactifs (commande minimale de 50 paquets) pour $2 US décrivant a l'adresse suivante: Dow Midland Office, Building 2020, Dow Chemical, Midland, Michigan. (Tél.: (517) 636-0294).

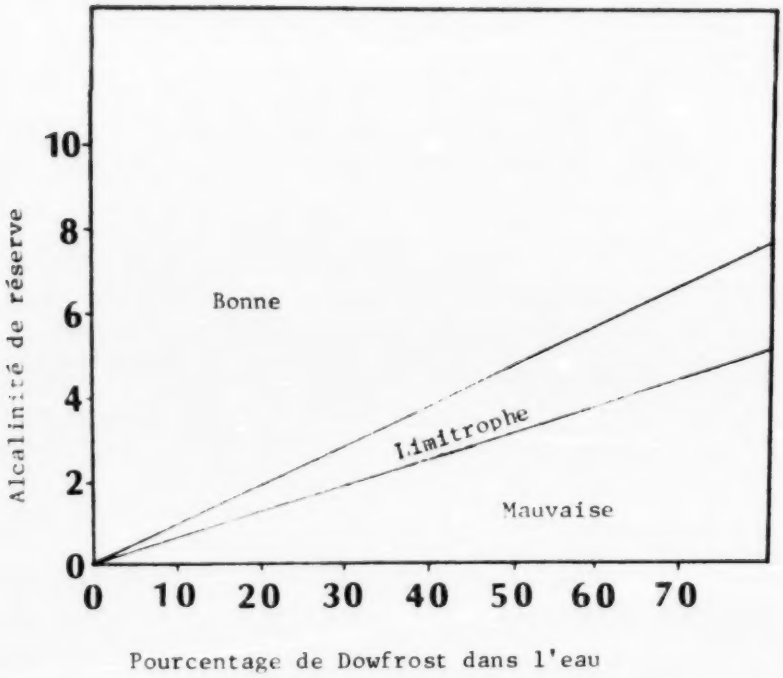

Figure 1: État des inhibiteurs

On peut utiliser une méthode de laboratoire plus précise si on le désire. La plupart des laboratoires commerciaux et des grandes pharmacies effectuent les essais suivants:

(i) La détermination, à l'aide d'un réfractomètre, du rapport en volume du mélange glycol/eau, indique le degré de protection contre le gel.*

(ii) L'alcalinité de réserve (AR) est la teneur du PG inhibé en tampons alcalins encore disponibles pour contrer la formation d'acides organiques. L'alcalinité de réserve devrait être maintenue dans la partie supérieure de la "bonne" zone indiquée à la Figure 1.

(iii) pH: Un test de pH normal à l'aide de papier de tournesol permet de déterminer l'alcalinité ou l'acidité du PG non inhibé.

---

* On peut se procurer des réfractomètres manuels des sociétés American Optical, Belleville (Ontario), et Fisher Scientific Ltd. à travers le Canada. Leur coût approximatif est $50.

3.5 Le papier tournesol peut-il être utilisé pour déterminer l'état du propylène glycol?

Le papier tournesol ne renseigne pas totalement sur l'état d'une solution PG. L'utilisation d'un papier tournesol permet de déterminer seulement un niveau approximatif du pH. Néanmoins, ceci n'indique pas l'alcalinité de réserve (c.-à-d. le niveau de tampons alcalins encore disponibles ou le rapport en volume du mélange glycol/eau c.-à-d. le degré de protection contre le gel).

3.6 Quand doit-on traiter ou remplacer une solution de propylène glycol?

(i) Remplacement du propylène glycol non inhibé

Le propylène glycol ne peut être traité une fois qu'il est devenu acide. Il doit être drainé du système et remplacé par une solution de PG inhibé. Cela est coûteux au début, mais on peut augmenter la durée de vie du fluide caloporteur en y ajoutant des inhibiteurs (voir alinéa suivant).

(ii) Traitement et remplacement du propylène inhibé

Traitement: Dès que les résultats du test indiquent que le PG inhibé de la zone "limitrophe" indiquée à la figure 1, on devrait ajouter des réinhibiteurs pour renouveler les tampons alcalins. On peut se procurer des paquets de réinhibiteur des distributeurs des produits Dow.

Remplacement: Lorsque les résultats des tests indiquent que la solution de PG se situe dans la zone "mauvaise", on doit drainer le système solaire et ajouter une solution fraîche de PG inhibé. Lorsque la solution de PG n'est pas bonne (c.-à-d. acide), un paquet de réinhibiteur pourrait la rétablir.

3.7 Quels sont les effets du propylène glycol sur les éléments du système?

Le PG non inhibé est une source directe de corrosion à cause de la formation d'acides organiques attribuable à la détérioration et à l'oxidation thermiques. Cela peut provoquer la corrosion d'éléments en cuivre, laiton et caoutchouc butyle.

Le PG inhibé subit une formation d'acide beaucoup plus lente et a très peu d'effets sous les éléments des systèmes.

3.8 Comment dispose-t-on du propylène glycol utilisé?

On ne doit pas déverser de propylène glycol dans les égouts sanitaires. La société d'art recommande de le faire incinérer par une compagnie, conformément aux règlements locaux, provinciaux ou fédéraux.

On doit éviter de polluer l'environnement en y déposant des produits chimiques.

4. DOCUMENTATION

On peut se procurer une brochure sur le fluide caloporteur DOWFROST; publiée en 1975, en s'adressant à Dow Chemical of Canada, Ltd., Sarnia (Ontario) N7T 7K7.